

(19)日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-324788

(P2002-324788A)

(43)公開日 平成14年11月8日 (2002.11.8)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>H 01 L 21/31  
C 23 C 16/455

識別記号

F I

H 01 L 21/31  
C 23 C 16/455テ-マコ-ト<sup>8</sup>(参考)B 4 K 0 3 0  
5 F 0 4 5

審査請求 未請求 請求項の数8 O L (全10頁)

(21)出願番号

特願2001-128068(P2001-128068)

(22)出願日

平成13年4月25日 (2001.4.25)

(71)出願人 000219967

東京エレクトロン株式会社

東京都港区赤坂5丁目3番6号

(72)発明者 長谷部 一秀

東京都港区赤坂5丁目3番6号 TBS放  
送センター 東京エレクトロン株式会社内

(72)発明者 山本 博之

東京都港区赤坂5丁目3番6号 TBS放  
送センター 東京エレクトロン株式会社内

(74)代理人 100078754

弁理士 大井 正彦

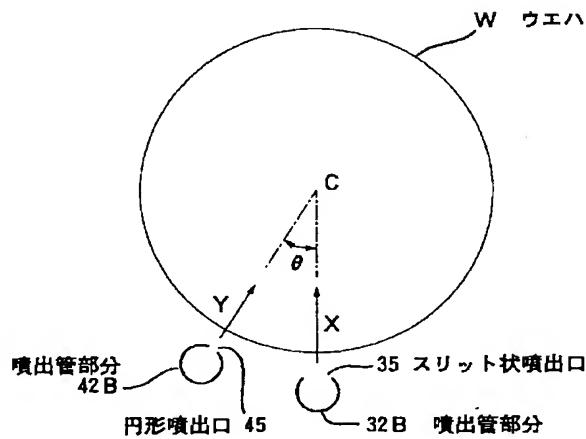
最終頁に統ぐ

(54)【発明の名称】 気相成長装置および気相成長膜形成方法

(57)【要約】

【課題】 ウエハなどの表面に、有機金属含有ガスを含む原料ガスによる気相成長膜を高い均一性で形成する気相成長装置および方法を提供する。

【解決手段】 気相成長装置は、平板状の基板が配置される反応容器内に、有機金属含有ガスよりなる第1のガスを供給する第1のガス導入管と、有機金属含有ガスと反応し、密度の小さい第2のガスを供給する第2のガス導入管とが配設され、第1のガス導入管のガス噴出口と、第2のガス導入管のガス噴出口とは、基板の外周方向に並んで配置され、第1のガスが、第2のガスの流れにより、基板の面に沿って延展拡散されることを特徴とする。第1のガス導入管では、ガス噴出口がスリット状貫通孔により形成されていることが好ましい。気相成長膜形成方法は、この気相成長装置を用いて、平板状の基板の表面に気相成長膜を形成することを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 平板状の基板が配置される反応容器内に、有機金属含有ガスよりなる第1のガスを供給するための第1のガス導入管と、当該有機金属含有ガスと反応し、当該有機金属含有ガスより密度の小さい第2のガスを供給するための第2のガス導入管とが配設されてなり、

第1のガス導入管のガス噴出口と、第2のガス導入管のガス噴出口とは、反応容器内の基板の外周方向に沿って並んで配置され、

第1のガス導入管のガス噴出口よりの第1のガスが、第2のガス導入管のガス噴出口よりの第2のガスの流れにより、基板の面に沿って延展拡散されることを特徴とする気相成長装置。

【請求項2】 第1のガス導入管において、ガス噴出口が、基板の面に沿って伸びるスリット状貫通孔により形成されており、第2のガス導入管のガス噴出口が、円形貫通孔により形成されていることを特徴とする請求項1に記載の気相成長装置。

【請求項3】 第1のガス導入管のガス噴出口を形成するスリット状貫通孔は、その開き角が30～160度であることを特徴とする請求項2に記載の気相成長装置。

【請求項4】 第1のガス導入管のガス噴出口は、当該第1のガス導入管の周方向に並ぶ複数のスリット孔部分により形成されていることを特徴とする請求項2または請求項3に記載の気相成長装置。

【請求項5】 第1のガス導入管のガス噴出口および第2のガス導入管のガス噴出口は、各々の正面方向が、基板の中心における角度45度の範囲内にあることを特徴とする請求項1～請求項4のいずれかに記載の気相成長装置。

【請求項6】 第1のガスおよび第2のガスが、下記の組合せから選ばれたものであることを特徴とする請求項1～請求項5のいずれかに記載の気相成長装置。

(1) Sr [(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CCO]<sub>2</sub>CH]、ガスとO<sub>2</sub>ガスとの組合せ

(2) Ti (OC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>-i)<sub>2</sub>[(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CCO]<sub>2</sub>CH]、ガスとO<sub>2</sub>ガスとの組合せ

(3) TiCl<sub>4</sub>ガスとNH<sub>3</sub>ガスとの組合せ

(4) Zr [OC(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>]、ガスとO<sub>2</sub>ガスとの組合せ

(5) Ta (OC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>2</sub>ガスとO<sub>2</sub>ガスとの組合せ

【請求項7】 請求項1～請求項5のいずれかに記載の気相成長装置を用いて、平板状の基板の表面に気相成長膜を形成することを特徴とする気相成長膜形成方法。

【請求項8】 第1のガスおよび第2のガスが、下記の組合せから選ばれたものであることを特徴とする請求項7に記載の気相成長膜形成方法。

(1) Sr [(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CCO]<sub>2</sub>CH]、ガスとO<sub>2</sub>ガスとの組合せ

(2) Ti (OC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>-i)<sub>2</sub>[(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CCO]<sub>2</sub>CH]、ガスとO<sub>2</sub>ガスとの組合せ

(3) TiCl<sub>4</sub>ガスとNH<sub>3</sub>ガスとの組合せ

(4) Zr [OC(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>]、ガスとO<sub>2</sub>ガスとの組合せ

(5) Ta (OC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>2</sub>ガスとO<sub>2</sub>ガスとの組合せ

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、例えば、半導体ウエハなどの平板状または面状の基板の表面に、複数の原料ガスを用いて気相成長膜を形成するための気相成長装置および気相成長膜形成方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 半導体装置の製造においては、例えば半導体ウエハなどよりなる基板に対して種々の処理が行われるが、例えばCVDなどの気相成長膜形成方法においては、複数の原料ガスが用いられる場合がある。特に、例えばストロンチウム(Sr)およびチタン(Ti)を含有する有機金属含有ガスと酸素(O<sub>2</sub>)ガスとを用いるCVDによれば、シリコンウエハの表面にSrTiO<sub>3</sub>よりなる気相成長膜を形成することができ、この気相成長膜は、その特性から、例えばキャパシタ容量絶縁膜などとして有用である。

【0003】 一般に、複数の原料ガスによる気相成長膜の形成は、通常、内部に複数のガス導入管を配設してなる反応容器を用い、この反応容器内にウエハを配置した状態で、ガス導入管の各々より原料ガスを噴出させながら加熱することにより、行われている。

【0004】 そして、従来の気相成長装置においては、ガス導入管として、通常、直管状の石英製管体の周壁に、円形貫通孔によるガス噴出口が形成されたものが広く用いられており、また、管体の周方向に伸びるスリット状貫通孔によるガス噴出口が形成されたものも知られている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、従来の気相成長装置においては、原料ガスとして有機金属含有ガスを用いる場合には、ガス導入管におけるガス噴出口の正面方向が、原料ガスがウエハの表面に沿って当該ウエハの中心に向かう方向に噴出されるよう、当該中心方向に設定されているにもかかわらず、実際には、当該ウエハの表面に形成される気相成長膜が面方向において不均一性が相当に大きいものとなり、結局、高い均一性で所期の特性の気相成長膜を形成することができない、という問題点がある。例えば、ストロンチウム(Sr)やチタン(Ti)を含有する有機金属含有ガスと酸素ガスとを用いる場合には、基板の面内において高い均一性で所期の結晶成長を生じさせることができないために、目的とする気相成長膜を形成することができない。

【0006】 以上の問題点について研究を重ねた結果、

3  
その原因は、ウェハの面内における有機金属含有ガスの分布における不均一性がきわめて大きいからであることが判明した。具体的には、有機金属含有ガスは密度の高いガスであるため、ガス導入管のガス噴出口が円形口である場合には、形成される気相成長膜において、当該ガス噴出口の正面方向（ウェハの直径Rの方向とする。）では、狭い領域に或る程度の均一性が得られる場合であっても、当該直径Rから直角に離間する横方向では、離間距離が大きくなるに従って膜厚が大幅に減少するようになり、不均一性が大きい状態となることが判明した。

【0007】そこで、ガス噴出口がウェハの面方向に伸びるスリット状貫通孔により形成されたガス導入管を用いたところ、形成される気相成長膜は、当該ガス噴出口よりの距離が小さい範囲では、ガスが横方向に拡がるために、直径Rに直角な横方向では膜厚の均一性が或る程度改善されたが、一方、直径Rの正面方向においては、ガス噴出口からの距離が大きくなるに従って膜厚が減少する程度が甚だしく、結局、不均一性が大きい状態となることが判明した。

【0008】本発明は、以上のような知見に基づいてなされたものであって、その目的は、ウェハなどの平板状の基板の表面に、有機金属含有ガスを含む複数の原料ガスによる気相成長膜を高い均一性で形成することができる気相成長装置を提供することにある。本発明の他の目的は、平板状の基板の表面に、有機金属含有ガスを含む複数の原料ガスによる気相成長膜を高い均一性で形成することができる気相成長膜形成方法を提供することにある。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の気相成長装置は、平板状の基板が配置される反応容器内に、有機金属含有ガスよりなる第1のガスを供給するための第1のガス導入管と、当該有機金属含有ガスと反応し、当該有機金属含有ガスより密度の小さい第2のガスを供給するための第2のガス導入管とが配設されてなり、第1のガス導入管のガス噴出口と、第2のガス導入管のガス噴出口とは、反応容器内の基板の外周方向に沿って並んで配置され、第1のガス導入管のガス噴出口よりの第1のガスが、第2のガス導入管のガス噴出口よりの第2のガスの流れにより、基板の面に沿って延展拡散されることを特徴とする。

【0010】以上の第1のガス導入管において、ガス噴出口が、基板の面に沿って伸びるスリット状貫通孔により形成されており、第2のガス導入管のガス噴出口が、円形貫通孔により形成されていることが好ましい。そして、第1のガス導入管のガス噴出口を形成するスリット状貫通孔は、その開き角が30～160度であることが好ましい。第1のガス導入管のガス噴出口は、当該第1のガス導入管の周方向に並ぶ複数のスリット孔部分により形成されていてもよい。

4  
【0011】以上において、第1のガス導入管のガス噴出口および第2のガス導入管のガス噴出口は、各々の正面方向が、基板の中心における角度45度の範囲内にあることが好ましい。

【0012】本発明の気相成長膜形成方法は、上記の気相成長装置を用いて、平板状の基板の表面に気相成長膜を形成することを特徴とする。

【0013】本発明において、第1のガスおよび第2のガスが、下記の組合せから選ばれたものとすることができる。

10 (1) Sr [(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CCO]<sub>2</sub>CH]，ガスとO<sub>2</sub>ガスとの組合せ

(2) Ti (OC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>3</sub> [(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CCO]<sub>2</sub>CH]，ガスとO<sub>2</sub>ガスとの組合せ

(3) TiCl<sub>4</sub>ガスとNH<sub>3</sub>ガスとの組合せ

(4) Zr [OC (CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>]，ガスとO<sub>2</sub>ガスとの組合せ

(5) Ta (OC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>3</sub>ガスとO<sub>2</sub>ガスとの組合せ

## 【0014】

20 【作用】本発明の気相成長装置によれば、原料ガスの一部として密度の高い有機金属含有ガスを用いる場合であっても、当該有機金属含有ガスよりなる第1のガスが、密度の低い第2のガスのガス噴出口と基板の外周方向に並んで配置されているガス噴出口から噴出されるため、当該第1のガスは、第2のガスの流れによって基板の面に沿って延展拡散されることとなり、その結果、当該有機金属含有ガスをウェハの表面に十分に高い均一性で供給することができ、従って、当該基板の表面に、その全体にわたって、高い均一性で所望の気相成長膜を形成することができる。

## 【0015】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、本発明について詳細に説明する。図1は、本発明の気相成長装置の構成の一例を概略的に示す説明図である。この気相成長装置10は、バッチ式縦型気相成長装置であって、上下方向に伸びる円筒状であって上部が閉塞された、例えば石英よりなる反応容器12を備えている。

【0016】反応容器12の下方には、円筒状のステンレス鋼からなるマニホールド13が当該反応容器12の40下端に接続されている。このマニホールド13の下方には蓋体14が配置されており、この蓋体14は、ポートエレベータ（図示せず）により上下方向に移動可能とされている。そして、蓋体14が上昇してマニホールド13の下端の開口が閉塞されることにより、反応容器12の内部に密閉された反応処理室が形成される。

【0017】蓋体14上には、保温筒15を介して、例えば石英からなるウェハポートWBが設置される。気相成長膜を形成すべき例えればシリコンよりなる半導体ウェハWBは、その複数枚が、このウェハポートWBに上下方向に所定の間隔をもって保持される。そして、ポートエ

レベータによって蓋体14が上昇されてウエハポートWBが反応容器12内に挿入されることにより、当該ウエハポートWBに保持されたウエハWは、反応容器12内における処理領域に配置される。

【0018】反応容器12は、内部にウエハポートWBが挿入された状態で、反応容器12の内側面とウエハポートWBまたはウエハWの外周縁との間に円筒状空隙が形成される大きさとされており、この円筒状空隙内に、後述するガス導入管が配設される。

【0019】反応容器12の周囲には、例えば抵抗発熱体からなる筒状ヒータ16が設けられており、この筒状ヒータ16により、反応容器12の内部温度または配置されたウエハWの温度が所定の設定温度となるよう加熱される。そして、筒状ヒータ16の外側には断熱材層18が配設されており、更に、マニホールド13以外の全体を包囲するアウターシェル20が設けられている。また、必要に応じて、反応容器12の上方にもヒータが配設される。

【0020】反応容器12内に原料ガスを供給するための複数のガス供給管が設けられている。具体的には、有機金属含有ガスを供給するための第1のガス供給管30と、酸素ガスを供給するための第2のガス供給管40とが、各々、マニホールド13の周壁を互いに隣接した位置において貫通して伸びるよう設けられている。

【0021】第1のガス供給管30は、当該気相成長装置10の外部に設けられた、有機金属含有ガスよりなる原料ガス源(図示せず)に接続されると共に、マニホールド13の内部における先端部には、反応容器12の内周面とウエハWの外周縁との間における円筒状空隙内に配置された、例えば石英管よりなる第1のガス導入管32の下端部が連通して接続されている。

【0022】図2は、第1のガス導入管をウエハの中心から見た状態で示す説明用正面図であり、図3(イ)は、図2の第1のガス導入管の一部の拡大正面図、図3(ロ)は、図2の第1のガス導入管のガス噴出口を通る拡大横断面図である。また、図4は、反応容器内に配置されたウエハに対する、第1のガス導入管の噴出管部分のスリット状噴出口、並びに、第2のガス導入管の噴出管部分の円形噴出口の位置関係を示す説明図である。

【0023】図2に示されているように、第1のガス導入管32は、反応容器12内の円筒状空隙内を上方に伸びる導入管部分32Aと、この導入管部分32Aの上端からU字状に湾曲して下方に伸びる噴出管部分32Bとを有してなり、互いに並行して伸びる噴出管部分32Bと導入管部分32Aとの間には、適宜の個所において補強用ブリッジ部材33が連結されている。

【0024】噴出管部分32Bにおいては、各々管体の周方向(すなわち、ウエハWの面方向)に伸びるスリット状貫通孔によって形成されたガス噴出口(以下、「スリット状噴出口」という。)35の多数が、当該噴出管

部分32Bの長さ方向において適宜の間隔で形成されている。そして、図4に示すように、ウエハWの面に沿って伸びる各スリット状噴出口35は、矢印Xで示すその正面方向が、ウエハWの中心Cを向いた状態とされている。なお、図4においては、導入管部分32Aは省略され、噴出管部分32Bが簡略に示されている。

【0025】第1のガス導入管32の寸法は特に限定されるものではなく、種々の条件に応じて適宜設定することができるが、一例を示すと、第1のガス導入管32の

噴出管部分32Bの外径は16.8~17.2mm、内径は16.5~16.6mm、肉厚は0.2~0.7mmとされる。また、スリット状噴出口35の長さ(噴出管部分32Bの管体における周方向の長さ)は、その開き角 $\alpha$ (図2(ロ)参照)の大きさが例えば30~160度となる大きさとされ、また、開口幅(噴出管部分32Bの管体の長さ方向の幅)dは0.5~2.0mmの範囲の大きさとされる。

【0026】図5は、スリット状噴出口35の変形例を示し、(イ)および(ロ)は、それぞれ、図3の(イ)および(ロ)と同様の図である。この図5からも明らかのように、スリット状噴出口35の各々は、単一のスリット孔のみとなるものである必要ではなく、管体の周方向において複数(図5の例では3つ)のスリット孔部分Sに分割され、隣接するスリット孔部分S間に中間壁部分Mが残存している状態のスリット状噴出口35であってもよい。この場合には、中間壁部分Mが残存することにより、大きな機械的強度が得られる点で、好ましい。

【0027】第2のガス供給管40は、第1のガス供給管30と同様にマニホールド13の周壁を貫通して配設されており、当該気相成長装置10の外部に設けられた酸素ガス源(図示せず)に接続されると共に、マニホールド13の内部における先端部には、反応容器12の内周面とウエハWの外周縁との間における円筒状空隙内に配置された、例えば石英管よりなる第2のガス導入管(図1では示されていない。)の下端部が連通して接続されている。

【0028】図6は、第2のガス導入管を示す説明図であって、(イ)はウエハの中心から見た正面図、(ロ)はガス噴出口を示す拡大正面図、(ハ)はガス噴出口を通る拡大横断面図である。図6に示されているように、第2のガス導入管42は、円筒状空隙内を上方に伸びる導入管部分42Aと、この導入管部分42Aの上端からU字状に湾曲して下方に伸びる噴出管部分42Bとを有してなり、互いに並行して伸びる噴出管部分42Bと導入管部分42Aとの間には、適宜の個所において、補強用ブリッジ部材43が連結されている。

【0029】噴出管部分42Bにおいては、円形貫通孔によって形成されたガス噴出口(以下、「円形噴出口」という。)45の多数が、当該噴出管部分42Bの長さ

方向において適宜の間隔で形成されている。そして、図4に示されているように、噴出管部分42Bにおける各円形噴出口45は、矢印Yで示すその正面方向が、ウエハWの中心Cを向いた状態とされている。なお、図4においては、導入管部分42Aは省略され、噴出管部分42Bが簡略に示されている。

【0030】ここに、第2のガス導入管42の管体としては、既述の第1のガス導入管32と同様のものが用いられる。円形噴出口45の大きさは、種々の条件に応じて適宜設定することができるが、例えば直徑が0.5~5.0mmとされる。円形噴出口45は、例えば管体の周方向に並ぶ複数の円形貫通孔によって形成することもできる。

【0031】以上において、第1のガス導入管32の噴出管部分32Bと、第2のガス導入管42の噴出管部分42Bとは、図4に示されているように、ウエハWの外周の方向に沿って接近した位置に並んで配置されており、既述のように、それらのガス噴出口すなわちスリット状噴出口35と円形噴出口45とはいずれもその正面方向がウエハWの中心Cを向いた状態に設定されている。

【0032】そして、スリット状噴出口35と円形噴出口45とは、各々の正面方向のなす角度、すなわち矢印Xと矢印Yとのなす角度（以下「噴出口間角度」という。）θが小さい状態で並んで配置されていることが必要である。実際に、この噴出口間角度θの大きさは45度以下であることが重要であって、特に10度以下であることが好ましく、この場合には、形成される気相成長膜を均一性のきわめて高いものとすることができます。なお、噴出口間角度θの大きさの下限は特に定める必要はないが、噴出管部分32Bおよび噴出管部分42Bを完全に同一の位置に配置することは物理的に不可能であって自ずと限度がある。

【0033】また、マニホールド13における、第1のガス供給管30および第2のガス供給管40が貫通する位置とは反対側の位置には排気口19が設けられており、この排気口19には、調節バルブが介挿された排気管を介して真空ポンプ（図示せず）が接続されている。

【0034】そして、上記の第1のガス供給管30および第2のガス供給管40によるガスの供給、筒状ヒータ16の動作、並びに排気口19に接続された調節バルブおよび真空ポンプの動作状態を制御するための制御機構（図示せず）が設けられている。この制御機構は、具体的には、マイクロプロセッサやプロセスコントローラなどにより構成され、予定のプログラムに基づいて制御信号を各部に供給して制御する機能を有する。

【0035】本発明においては、例えば上記のような構成を有する気相成長装置10を用いて、以下のようにして、ウエハの表面に気相成長膜を形成する。先ず、気相成長膜を形成するべきウエハWを保持させた状態のウエ

ハポートWBを、降下されている蓋体14上に載置した後、図示されていないポートエレベータにより蓋体14を上昇させ、ウエハポートWBを反応容器12内に挿入することによりウエハWを反応容器12内に配置すると共に、蓋体14によりマニホールド13の下端の開口を閉塞することにより、反応容器12内を密閉された状態とする。

【0036】一方、反応容器12内は、排気口19を介して設定された減圧状態とされると共に、筒状ヒータ16によって加熱されることにより、設定された温度状態に維持される。この減圧状態および温度状態は、目的とする気相成長膜の種類や用いられる原料ガスの種類およびそれらの流量、その他の条件によって適宜選定される。反応容器12内の雰囲気についての条件の一例では、圧力が例えば6.7~670Pa（0.5~5.0Torr）であり、温度は300~600°Cである。

【0037】そして、第1のガス供給管30および第2のガス供給管40からそれぞれ所要の原料ガスが供給され、設定された減圧条件および温度条件が維持されている状態において、気相成長膜の形成が行われる。

【0038】第1のガス供給管30および第2のガス供給管40に供給される原料ガスは、目的とする気相成長膜の種類によって異なるが、第1のガス供給管30による第1のガスとしては有機金属含有ガスが用いられる。一方、第2のガス供給管40による第2のガスとしては、当該第1のガス供給管30に供給される有機金属含有ガスと反応し、しかも当該有機金属含有ガスより密度の小さい反応用ガスが用いられる。各原料ガスの供給割合は、経験的に目的とする状態の気相成長膜が形成される条件に従って設定することができる。

【0039】気相成長膜を形成するために用いられる有機金属含有ガス、およびこれと共に用いられる反応用ガスの具体的な組合せとしては、下記のものを挙げることができるが、これらに限定されるものではない。

（1）Sr<sub>2</sub>[(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CCO]<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>ガス（以下「Sr（DPM）<sub>2</sub>ガス」という。）とO<sub>2</sub>ガスとの組合せ

この組合せによれば、SrOよりなる気相成長膜が形成される。

（2）Ti(OCH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>ガスとO<sub>2</sub>ガスとの組合せ

この組合せによれば、TiO<sub>2</sub>よりなる気相成長膜が形成される。

（3）TiCl<sub>4</sub>ガスとNH<sub>3</sub>ガスとの組合せ

この組合せによれば、TiNよりなる気相成長膜が形成される。

（4）Zr[OC(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>]ガスとO<sub>2</sub>ガスとの組合せ

この組合せによれば、ZrO<sub>2</sub>よりなる気相成長膜が形成される。

(5)  $Ta(O, H_2)_2$  ガスと  $O_2$  ガスとの組合せこの組合せによれば、 $Ta_2O_5$  よりなる気相成長膜が形成される。

以上の組合せの各々は、それが単独で用いられることは必須でない。例えば、上記(1)と(2)の組合せを併用して、 $Si(DPM)_2$  ガスおよび  $Ti(O, H_2)_2$   $[(CH_3)_2CCO]_2CH_2$  ガスの混合ガスと、酸素ガスとの組合せを用いることにより、 $SiTiO_5$  よりなる気相成長膜を形成することができる。

【0040】例えば、上記(1)の組合せのガスによって気相成長膜を形成する場合には、第1のガス供給管30には、 $Si(DPM)_2$  ガスを例えば0.3~1.0  $slm$  の割合で供給すると共に、第2のガス供給管40には酸素ガスを例えば1.0~10.0  $slm$  の割合で供給し、反応容器12内は、67~670Pa(0.5~5.0 Torr)の減圧状態および300~600°Cの温度状態に維持される。成膜に要する時間は、目的とする膜厚の大きさによっても異なるが、例えば、10~40分間とされ、これにより、膜厚が例えば5~20nmの気相成長膜が形成される。

【0041】以上の気相成長膜の形成においては、第1のガス供給管30より供給された有機金属含有ガスは、反応容器12内の第1のガス導入管32を介して噴出管部分32Bに至り、この噴出管部分32Bに形成されたスリット状噴出口35の各々から、ウェハWの面に沿ってその中心Cに向かって噴出される。これと同時に、第2のガス供給管40より供給された酸素ガスは、反応容器12内の第2のガス導入管42を介して噴出管部分42Bに至り、この噴出管部分42Bに形成された円形噴出口45の各々から、ウェハWの面に沿ってその中心Cに向かって噴出される。

【0042】噴出管部分32Bより噴出される有機金属含有ガスは、スリット状噴出口35が、ウェハWの面に沿って水平方向に伸びるスリット状貫通孔により形成されているため、噴出された後にウェハWの面に沿って、矢印方向Xの正面方向と直角な方向(横方向)にも大きく拡散するようになる。しかし、この有機金属含有ガスは、その組成において金属元素を含有するために密度が高くて重いものであり、従って、当該スリット状噴出口35からX方向において遠くにまで拡散することが困難であり、そのため、従来においてはX方向における膜厚の不均一性が大きくなることを抑制することがほとんど不可能であった。

【0043】然るに、噴出管部分32Bよりの有機金属含有ガスの噴出と同時に、第2のガス導入管42に連続する噴出管部分42Bの円形噴出口45からは、酸素ガスが噴出される。この酸素ガスは、その密度の低くて軽いものであるために、それ自体が噴出口の形状によらずに、従って当該噴出口が円形であってもウェハWの表面に沿って大きく拡がって高い均一性で拡散するようにな

(6) 10

る。

【0044】然るに、この酸素ガスの噴出口である円形噴出口45は、有機金属含有ガスを噴出させる噴出管部分32Bのスリット状噴出口35と、ウェハWの外周方向に沿って互いに接近して並んで配置されているため、スリット状噴出口35からの有機金属含有ガスは、酸素ガスの流れの作用を受け、酸素ガスの拡散作用によって延展拡散されることとなり、その結果、X方向においても、大きな距離の範囲において高い均一性を得ることができる。以上の結果、ウェハWの表面においては、有機金属含有ガスおよび酸素ガスが両方共に高い均一性で拡散することとなり、従って、その膜厚においても、また膜質においても、高い均一性の気相成長膜を形成することができる。

【0045】以上の気相成長装置10においては、ガス導入管(第1のガス導入管32および第2のガス導入管42)が、いずれも、反応容器12内において、上方に伸びる導入管部分(32Aおよび42A)と、この導入管部分の上端からU字状に湾曲して下方に伸びる噴出管部分(32Bおよび42B)とにより構成されたものが用いられている。これは、反応容器12がいわゆる単管構造のものであって、当該反応容器12内を減圧化するための排気が下部の排気口19により行われることから、噴出管部分(32Bおよび42B)が下方に伸びるものであることにより、その長さ方向に並んだ状態に形成された各噴出口のレベルの差による噴出圧力の差を小さくすることができ、全体として均一性の高い噴出状態を得ることができるからである。

【0046】図7は、本発明の気相成長装置の構成の他の一例を概略的に示す説明図、図8は、この気相成長装置における第1のガス導入管および第2のガス導入管の説明図である。この例の気相成長装置50は、基本的には、図1の気相成長装置10と同様の構成を有するが、次の点で異なっている。すなわち、この気相成長装置50は、反応容器12の内周壁に沿って上部が開放された内管52が設けられている二重管型のものであって、当該内管52と反応容器12との間に環状空間54が形成されており、この環状空間54の下部に排気口19が接続されている。

【0047】そして、図8(イ)に示すように、第1のガス供給管30に接続された第1のガス導入管56は、単に上方に伸びる直管状の管体からなり、これにスリット状噴出口35が形成されて構成されている。また、図8(ロ)に示すように、第2のガス供給管40に接続された第2のガス導入管58も同様に、単に上方に伸びる直管状の管体からなるものとされ、これに円形噴出口45が形成されて構成されている。

【0048】このような二重管型の構成では、反応容器12内においては、環状空間54を介して上方から反応容器12内の排気が行われるため、上記のような直管状

のガス導入管56および58により、既述の例におけると同様に、長さ方向に並んだ状態に形成された各噴出口のレベルの差による噴出圧力の差を小さくすることができ、全体として均一性の高い噴出状態を得ることができる。

【0049】以上、本発明の気相成長装置および気相成長膜形成方法について具体的に説明したが、本発明においては、種々変更を加えることができる。例えば、上記の気相成長装置はバッチ式のものであるが、枚葉式の気相成長装置として構成することができる。

【0050】有機金属含有ガスを導入するための第1のガス導入管においては、得られるガスの拡散状態が横向において十分に大きく拡がるものとなることから、ガス噴出口は、スリット状貫通孔によって形成されていることが好ましいが、円形貫通孔によって形成されたものであってもよい。一方、有機金属含有ガスでない原料ガス

(気相成長装置)

(1) 第1のガス導入管32の噴出管部分32Bの外径：17.0 mm  
内径：14.0 mm

スリット状噴出口35の開き角 $\alpha$ ：123度  
開口幅d：0.24 mm

(2) 第2のガス導入管42の噴出管部分42Bの外径：17.0 mm  
内径：14.0 mm

円形噴出口45の径：2.0 mm

(3) 噴出口間角度 $\theta$ ：10度

(気相成長膜の形成)

(1) 有機金属含有ガス (種類) Sr (DPM) <sub>2</sub> ガス  
(流量) 0.6 s<sup>-1</sup> m

(2) 酸素ガス (流量) 5.0 s<sup>-1</sup> m

(3) 酸素ガス：気相成長の条件

反応容器12内の圧力 100 Pa

温度 475 °C

【0053】図9は、上記の実験において測定された、ウエハの表面上におけるSr (DPM) <sub>2</sub> ガスの分布の状況を示す等密度曲線図である。この図において、円形が輪郭はウエハの外周に対応する。a～dの数字は当該Sr (DPM) <sub>2</sub> ガスの分布の程度を規格化して段階的に示す指標であり、その具体的な内容は次のとおりである。

a : 2.40～2.00 (kg/m<sup>2</sup>)

b : 2.00～1.60 (kg/m<sup>2</sup>)

c : 1.60～1.20 (kg/m<sup>2</sup>)

d : 1.20～0.80 (kg/m<sup>2</sup>)

従って、図9の状態では、4段階の分布であって、最高密度のa段階と最低密度のd段階との間の差は、最大でも1.60 (kg/m<sup>2</sup>) 以下であることが理解される。

【0054】図10は、同じく酸素ガスの分布の状況を

\*スを導入するための第2のガス導入管においては、ガス噴出口は、円形貫通孔によって形成されたものであっても、十分に拡がる拡散状態が得られ、スリット状貫通孔によるものとする必要はないが、そのようなものとすることが禁止されるものではない。従って、本発明では、第1のガス導入管のガス噴出口がスリット状で、第2のガス導入管のガス噴出口が円形噴出口であることが好適であるが、他の組合せが排除されるものではない。

【0051】実験例1

10 基本的に図1に示されている構成を有する気相成長装置を用い、下記の表1に示す条件に従って、直径8インチのシリコンウェハの表面に気相成長膜を形成する実験を行った。

【0052】

【表1】

示す等密度曲線図である。この図におけるa～eの内容は次のとおりである。

a : 2.90～2.85 (kg/m<sup>2</sup>)

b : 2.85～2.80 (kg/m<sup>2</sup>)

c : 2.80～2.75 (kg/m<sup>2</sup>)

d : 2.75～2.70 (kg/m<sup>2</sup>)

e : 2.70～2.65 (kg/m<sup>2</sup>)

【0055】実験例2

上記実験例1における噴出口間角度 $\theta$ を40度に変更したこと以外は全く同様にして気相成長膜の形成実験を行ったところ、Sr (DPM) <sub>2</sub> ガスの等密度曲線図における分布の状況は次の6段階であり、実験例1の場合よりも均一性が低いが、実用上十分に高い均一性の気相成長膜が形成された。

(1) 3.20～2.80 (kg/m<sup>2</sup>)

(2) 2.80～2.40 (kg/m<sup>2</sup>)

13

- (3) 2.40~2.00 (kg/m<sup>2</sup>)
- (4) 2.00~1.60 (kg/m<sup>2</sup>)
- (5) 1.60~1.20 (kg/m<sup>2</sup>)
- (6) 1.20~0.80 (kg/m<sup>2</sup>)

【0056】この実験例2から理解されるように、噴出口間角度θの大きさが40度であっても、所期の比較的均一な気相成長膜を形成することができる。そして、この実験例2と対比するとき、実験例1のように、噴出口間角度θが例えば10度以下のように小さい場合に、より高い均一性の良好な結果が得られることが明らかである。

#### 【0057】比較実験例

一方、比較のために酸素ガスの供給を停止してSr(DPM)<sub>2</sub>ガスのみを供給したこと以外は上記と同様の実験を行い、そのときのSr(DPM)<sub>2</sub>ガスの分布の状態を同様にして求めたところ、Sr(DPM)<sub>2</sub>ガスの等密度曲線図における分布の状況は、最高密度の段階は4.00~3.60 (kg/m<sup>2</sup>)、最低密度の段階は0.40~0.00 (kg/m<sup>2</sup>)の合計10段階であって、最高密度の段階と最低密度の段階との間の差は最大3.60 (kg/m<sup>2</sup>)ときわめて広範であり、不均一性が大きいものであった。

【0058】以上のことから、Sr(DPM)<sub>2</sub>ガスが、スリット状噴出口と並んで配置された円形噴出口から酸素ガスが噴出されることにより、Sr(DPM)<sub>2</sub>ガスがウエハWの表面に沿って大きく拡散され、その結果、十分に高い均一性で気相成長膜が形成されることが明らかである。

#### 【0059】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、原料ガスの一部として密度の高い有機金属含有ガスを用いる場合であっても、当該有機金属含有ガスよりなる第1のガスが、密度の低い第2のガスのガス噴出口と基板の外周方向に並んで配置されているガス噴出口から噴出されるため、当該第1のガスは、第2のガスの流れによって基板の面に沿って延展拡散されることとなり、その結果、当該有機金属含有ガスをウエハの表面に十分に高い均一性で供給することができ、従って、当該基板の表面に、その全体にわたって、高い均一性で所期の気相成長膜を形成することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の気相成長装置の構成の一例を概略的に示す説明図である。

【図2】第1のガス導入管をウエハの中心から見た状態で示す説明用正面図である。

【図3】(イ)は、図2の第1のガス導入管の一部の拡大正面図、図3(ロ)は、図2の第1のガス導入管のガス噴出口を通る拡大横断面図である。

【図4】配置されたウエハに対する、第1のガス導入管の噴出管部分のスリット状噴出口、並びに、第2のガス

10

14

導入管の噴出管部分の円形噴出口の位置関係を示す説明図である。

【図5】スリット状噴出口の変形例を示し、(イ)および(ロ)は、それぞれ、図3の(イ)および(ロ)と同様の図である。

【図6】第2のガス導入管を示す説明図であって、

(イ)はウエハの中心から見た正面図、(ロ)はガス噴出口を示す拡大正面図、(ハ)はガス噴出口を通る拡大横断面図である。

【図7】図7は、本発明の気相成長装置の構成の他の一例を概略的に示す説明図である。

【図8】図7の気相成長装置における第1のガス導入管および第2のガス導入管の説明図である。

【図9】実験例1において得られた、ウエハの表面上におけるSr(DPM)<sub>2</sub>ガスの分布の状況を示す等密度曲線図である。

【図10】実験例1において得られた、ウエハの表面上における酸素ガスの分布の状況を示す等密度曲線図である。

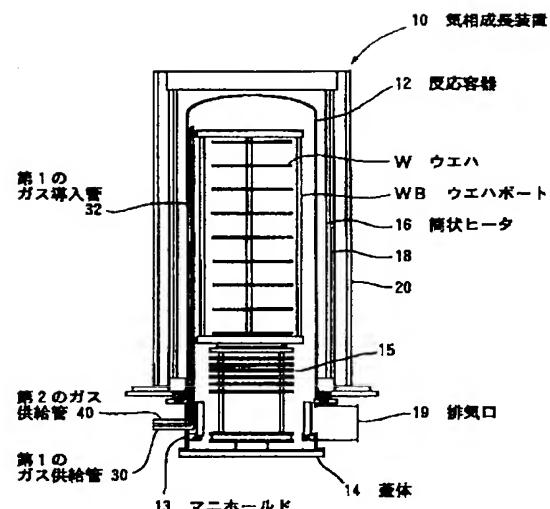
#### 【符号の説明】

- 10 気相成長装置
- 12 反応容器
- 13 マニホールド
- 14 蓋体
- 15 保温筒
- WB ウエハポート
- W ウエハ
- 16 筒状ヒータ
- 18 断熱材層
- 20 アウターシェル
- 30 第1のガス供給管
- 32 第1のガス導入管
- 32A 導入管部分
- 32B 噴出管部分
- 33 補強用ブリッジ部材
- 35 スリット状噴出口
- C ウエハWの中心
- S スリット孔部分
- M 中間壁部分
- 40 第2のガス供給管
- 42 第2のガス導入管
- 42A 導入管部分
- 42B 噴出管部分
- 43 補強用ブリッジ部材
- 45 円形噴出口
- 19 排気口
- 50 気相成長装置
- 52 内管
- 54 環状空間
- 56 第1のガス導入管

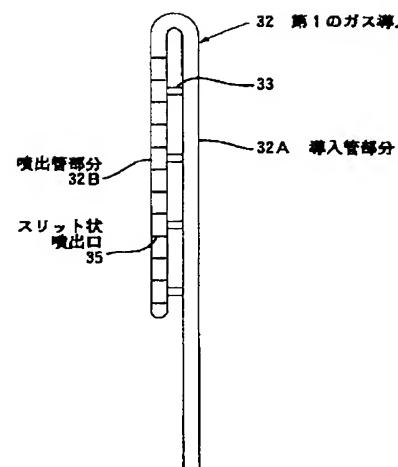
50

## 5.8 第2のガス導入管

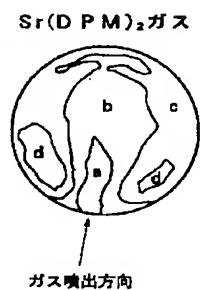
【図1】



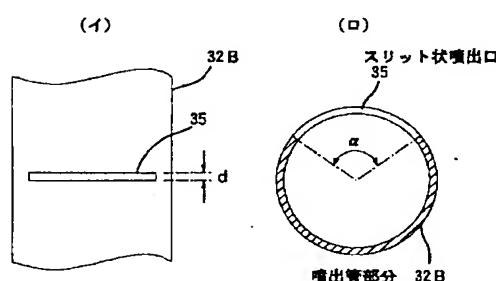
【図2】



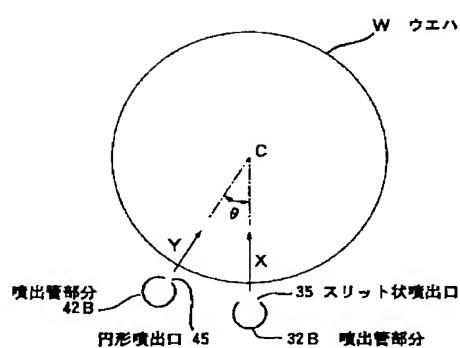
【図9】



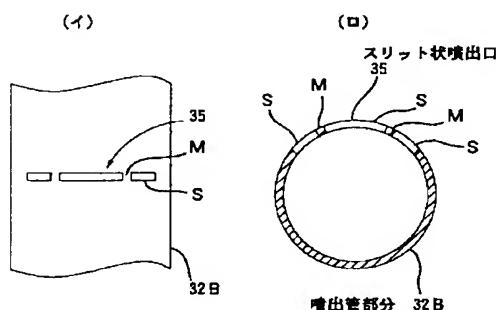
【図3】



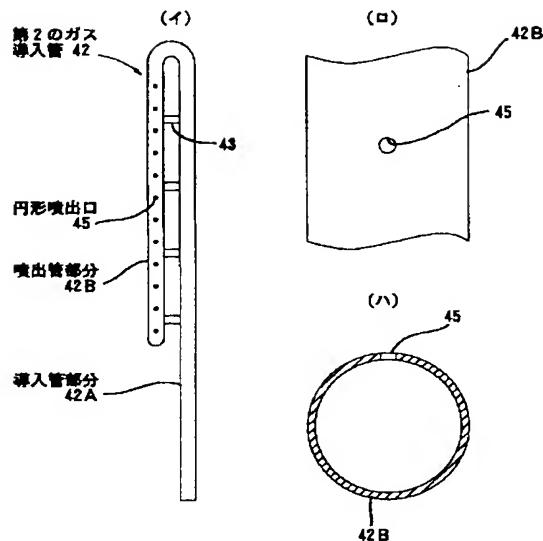
【図4】



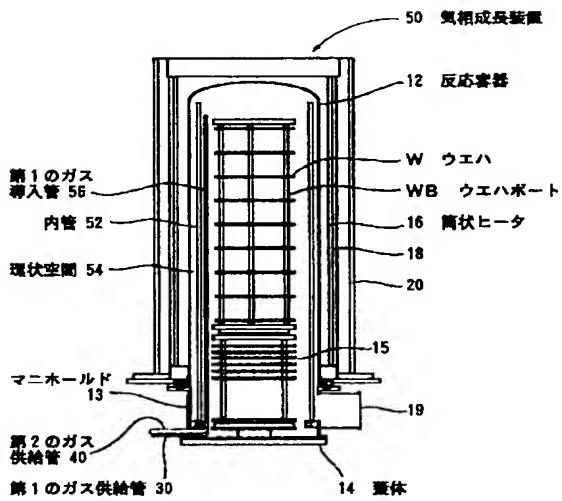
【図5】



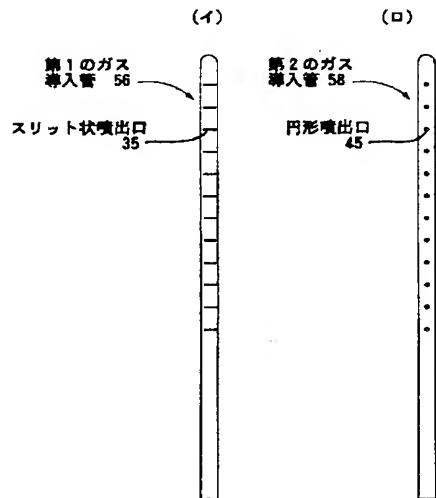
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 梅原 隆人  
東京都港区赤坂5丁目3番6号 TBS放送センター 東京エレクトロン株式会社内  
(72)発明者 川上 雅人  
東京都港区赤坂5丁目3番6号 TBS放送センター 東京エレクトロン株式会社内

F ターム(参考) 4K030 AA03 AA11 AA13 AA14 BA38  
BA42 BA46 CA04 EA03 EA08  
FA10 JA04 KA04 KA08 LA15  
SF045 AA03 AA04 AC11 AC12 BB01  
DP19 EB02 EC02 EC07 EF03  
EF08